

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Surfaktan adalah senyawa amfifatik yang memiliki bagian hidrofilik dan hidrofobik sehingga dapat berperan dalam menurunkan tegangan permukaan atau tegangan antarmuka (Santos, 2016). Secara umum, surfaktan banyak diproduksi dari senyawa turunan minyak yang bersifat toksik dan sulit diurai. Untuk mengatasi masalah ini, banyak peneliti yang mengembangkan biosurfaktan. Biosurfaktan merupakan surfaktan yang dihasilkan oleh mikroorganisme sebagai hasil metabolisme sekunder. Biosurfaktan memiliki peran yang besar dalam industri bioteknologi seperti industri petroleum dan penambangan, industri makanan dan minuman, kosmetik, deterjen, tekstil, cat, selulosa, farmasi, dan nanoteknologi (Roodrigues dkk., 2006).

Tingginya volume total minyak yang tumpah ke lingkungan yakni sebanyak 116.000 ton pada tahun 2018 yang dicatat oleh *International Tanker Owners Pollution Federation Ltd. (ITOPF)*, sebuah organisasi internasional yang menawarkan jasa konsultasi mengenai kasus tumpahan minyak di dunia, menjadikan jumlah tersebut sebagai jumlah tumpahan minyak terbesar dalam 24 tahun terakhir dan merupakan masalah serius sebab tumpahan minyak adalah polutan yang berbahaya bagi lingkungan. Limbah minyak yang merupakan bahan berbahaya dan beracun (B3) bersifat mudah meledak, mudah terbakar, bersifat reaktif, beracun, bersifat korosif, dan menyebabkan infeksi (Ginting, 2007). Selain itu, limbah minyak bumi juga mengandung senyawa hidrokarbon yang sulit diurai (Aliyanta dkk., 2011). Dengan industri petroleum sebagai pasar utama, biosurfaktan banyak dimanfaatkan dalam proses pemulihan residu minyak dari tangki penyimpanan, pembersihan tumpahan minyak, dan bioremediasi tanah dan air (Silva dkk., 2014; Sobrinho dkk., 2013). Meskipun bioremediasi adalah metode yang efektif dan ramah lingkungan, waktu dan biaya yang diperlukan

dalam proses ini tidak memungkinkan pengolahan limbah dilakukan dalam jumlah besar (Shavandi dkk., 2011) sehingga biosurfaktan dapat digunakan sebagai alternatif yang aman untuk meningkatkan kelarutan senyawa hidrofobik melalui proses desorpsi dan pelarutan senyawa hidrokarbon (Kuyukina dkk., 2005). Selain itu, dalam industri petroleum dan penambangan, biosurfaktan juga berperan dalam pembersihan polutan organik yang bersifat hidrofobik serta pembersihan logam berat.

Di bidang industri makanan, biosurfaktan dapat berfungsi sebagai pengemulsi yang berperan penting dalam pembentukan konsistensi dan tekstur makanan serta berperan dalam proses dispersi dan pelarutan aroma (Campos dkk., 2013; Campos dkk., 2014). Selain itu, biosurfaktan juga digunakan sebagai pengemulsi dalam proses pengolahan bahan mentah dan dapat meningkatkan konsistensi makanan yang berbahan dasar lemak. Di bidang farmasi, biosurfaktan digunakan dalam berbagai aplikasi terapi biologis karena dapat berfungsi sebagai fungisida, bakterisida, insektisida, dan antivirus serta dapat digunakan sebagai agen anti-adesif dan inhibitor enzim (Rangrajan dan Sem, 2013; Austad dan Taugbol, 1995; West dan Harwell; 1992). Selain itu, biosurfaktan banyak digunakan di bidang nanoteknologi dalam proses sintesis nanopartikel yang muncul sebagai aplikasi turunan dari *green chemistry* (Kiran dkk., 2010).

Besarnya peran biosurfaktan di bidang industri dikarenakan struktur dan karakteristiknya yang beragam turut menjadi alasan mengapa banyak peneliti dan perusahaan tertarik untuk mematenkan produk atau proses produksi biosurfaktan. Menurut Muller dkk. (2012), pencarian paten pada situs *European Patent Office* (EPO) dengan menggunakan kata kunci “*biosurfactant*”, “*rhamnolipid*”, “*sophorolipid*”, dan “*mannosylerythritol lipid*” menunjukkan jumlah yang meningkat tajam sejak tahun 2000. Data menunjukkan bahwa ada lebih dari 250 hak paten mengenai biosurfaktan dan bioemulsifier yang dikabarkan di seluruh dunia. Hak paten ini di antaranya berhubungan dengan penggunaan biosurfaktan di bidang petroleum, penggunaan biosurfaktan untuk kosmetik, agen antimikroba dan aplikasi biomedis, serta bioremediasi.

Biosurfaktan memiliki beberapa kelebihan jika dibandingkan dengan surfaktan sintetis diantaranya yakni dapat didegradasi secara alami, memiliki toksisitas yang rendah, dan diproduksi dari sumber daya yang dapat diperbarui (Ron dan Rosenberg, 2001). Namun demikian, hanya beberapa jenis biosurfaktan yang diproduksi dalam jumlah besar untuk dikomersialkan, utamanya disebabkan oleh proses produksi yang penuh pertimbangan dan harga produksi yang tinggi (Shete dkk., 2006). Selain itu, metodologi bioproses yang kurang efisien dan biaya substrat yang mahal (Makkar dan Cameotra, 2002) turut menjadi faktor yang menyebabkan biosurfaktan kurang mampu bersaing dengan surfaktan sintetis dalam pasar dunia.

Untuk mengatasi permasalahan mengenai proses dan harga produksi biosurfaktan yang mahal, solusi yang dapat dilakukan yakni menggunakan bahan baku yang murah dan substrat dari limbah, optimalisasi kondisi kultur dan penghematan biaya dalam proses pemisahan sehingga diperoleh produksi biosurfaktan dengan maksimal, serta pengembangan dan penggunaan strain rekombinan untuk meningkatkan hasil produksi biosurfaktan (Mukherjee dkk., 2006). Pemilihan bahan baku yang murah adalah hal yang penting untuk proses produksi biosurfaktan secara keseluruhan sebab biaya bahan baku dapat mencapai 10-50% dari total biaya produksi (Mulligan dan Gibbs, 1993 *dalam* Suastuti, 1998). Oleh sebab itu, pemanfaatan hasil samping industri pertanian atau perkebunan merupakan alternatif yang menguntungkan dalam pemilihan bahan baku karena harganya yang relatif murah dibandingkan dengan media murni.

Selama ini, molase diketahui berperan sebagai *co-substrate* bakteri untuk menghasilkan biosurfaktan (Suastuti, 1998). Menurut Sebayang (2006), tingginya kandungan gula pada molase membuat molase sering digunakan sebagai tambahan sumber karbohidrat pada media pertumbuhan mikroorganisme. Namun, kini telah banyak industri yang menggunakan molase sebagai bahan baku produksinya, seperti industri yang memproduksi asam glutamat, etanol, dan biogas (Hermann, 2003; Cazetta dkk., 2007; Wati dan Prasetyani, 2010) sehingga dibutuhkan bahan baku lain yang memiliki komponen senyawa organik yang menyerupai molase.

Produksi pisang yang melimpah di Indonesia dengan berat total 7.162.678 ton pada tahun 2017 (BPS, 2018) menghasilkan permasalahan klasik berupa limbah kulit pisang yang banyak sebab menurut Tchobanoglous (1993) *dalam* Lee (2010), 40% dari total berat buah pisang adalah limbah kulit pisang. Pada umumnya kulit pisang ini hanya dibuang sebagai limbah organik saja atau digunakan sebagai makanan ternak seperti kerbau, sapi, dan kambing. Padahal kulit pisang memiliki kandungan karbohidrat, lemak, dan protein yang cukup tinggi sehingga bisa dimanfaatkan menjadi berbagai macam produk. Pemanfaatan kulit pisang yang optimal untuk diubah menjadi berbagai macam produk dapat mengurangi bahkan meniadakan limbah kulit pisang. Hal ini turut mendukung diaplikasikannya *green technology*—suatu konsep yang mengacu pada penerapan pengetahuan untuk tujuan praktis seperti penggunaan metode untuk menghasilkan energi atau suatu produk tertentu tanpa adanya produk samping yang bersifat toksik. *Green technology* merupakan salah satu langkah konkret yang dilakukan untuk mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan ketujuh yang dicanangkan Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB) sejak tahun 2015 yakni menjamin akses energi yang terjangkau, terjangkau, berkelanjutan, dan modern bagi semua orang.

Kulit pisang kepok mengandung kadar karbohidrat sebesar 40,74%, kadar selulosa sebesar 17,04%, dan kadar lignin sebesar 15,36% (Hernawati dan Aryani, 2007). Kadar karbohidrat kulit pisang kepok ini jauh lebih besar jika dibandingkan dengan kadar pati kulit pisang ambon yang hanya sebesar 18,5% (Hikmah, 2015). Kandungan lignin pada kulit pisang kepok yang lebih banyak dibandingkan pisang lain seperti pisang raja yang hanya memiliki kandungan lignin sebesar 6-12% (Jamal dkk. *dalam* Ongelina, 2013) berpotensi untuk digunakan sebagai sumber karbon bagi pertumbuhan bakteri yang berpotensi menghasilkan biosurfaktan setelah diubah menjadi gula pereduksi dengan cara dihidrolisis.

Hidrolisis dapat dilakukan secara fisik, secara kimia dengan menggunakan asam, dan secara biologis dengan menggunakan enzim. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Nasrulloh (2009), gula pereduksi hasil hidrolisis secara enzimatik menunjukkan kadar yang lebih besar yakni 12,61% dibandingkan hidrolisis

dengan asam yang menghasilkan kadar gula pereduksi sebesar 6,20%. Menurut Pratama (2013), *Penicillium* sp. H9 memiliki aktivitas enzim selulase paling tinggi jika dibandingkan dengan 15 isolat lain yang diujikan yang merupakan hasil isolasi dari Taman Nasional Alas Purwo dengan indeks selulolitik sebesar 1,41. Potensi kapang *Penicillium* sp. H9 dalam proses hidrolisis secara enzimatik tersebut perlu diujikan pada substrat alami seperti kulit pisang kepok sebagai bentuk aplikasinya yang akan digunakan sebagai sumber karbon pada pertumbuhan bakteri yang berpotensi menghasilkan biosurfaktan serta sebagai upaya untuk menyempurnakan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Rangrej dan Khade (2018), konsentrasi biosurfaktan sebesar 1 mg/mL yang dihasilkan dari inkubasi kulit pisang sebagai sumber karbon *Aspergillus niger* NJP09 mampu mendesorpsi 20% minyak yang terkandung dalam tanah. Selain itu, sebesar 35% (w/v) kulit pisang yang terkandung dalam media *minimal salt* mampu menghasilkan produk biosurfaktan sebanyak 5,30 g/l (Chooklin dkk., 2014). Data ini turut mendukung besarnya potensi penggunaan kulit pisang untuk memproduksi biosurfaktan.

Penelitian yang dilakukan oleh Sari (2018) menunjukkan bahwa isolat BP(1)5 merupakan bakteri potensial penghasil biosurfaktan. Namun, pengujian dengan beberapa perlakuan perlu dilakukan untuk mengoptimalkan potensinya dalam memproduksi biosurfaktan. Isolat bakteri BP(1)5 adalah bakteri indigenus hasil isolasi dari lumpur minyak sumur pengeboran minyak PT. Pertamina (Persero) RU VI Balongan, Indramayu, Jawa Barat yang merupakan bakteri hidrokarbonoklastik. Pemanfaatan bakteri hidrokarbonoklastik yang diisolasi langsung dari habitatnya dapat mempersingkat proses bioremediasi wilayah yang tercemar hidrokarbon (Sari, 2018). Setiap bakteri memiliki kemampuan yang berbeda dalam mendegradasi komponen hidrokarbon yang terkandung dalam limbah yang berbeda. Limbah yang mengandung gula pereduksi berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan makanan yang digunakan dalam pertumbuhan bakteri. Namun tidak semua bakteri mampu tumbuh menggunakan semua jenis gula pereduksi. Bakteri membutuhkan kondisi tertentu agar dapat tumbuh dengan optimal.

Perlakuan dengan variasi jenis substrat pertumbuhan, jenis bakteri, sumber nutrisi, dan faktor lingkungan menjadi hal yang perlu diperhatikan dalam upaya optimasi produksi biosurfaktan (Desai dan Banat, 1997) sebab jenis dan konsentrasi substrat serta lama waktu inkubasi mampu mempengaruhi pertumbuhan bakteri yang berdampak pada produksi biosurfaktan.

Berdasarkan latar belakang permasalahan di atas, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi gula pereduksi kulit pisang dan lama waktu inkubasi sehingga didapatkan proses produksi biosurfaktan yang optimal.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan di atas, didapatkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Apakah isolat bakteri BP(1)5 mampu tumbuh pada substrat gula hasil hidrolisis kulit pisang?
2. Apakah variasi lama waktu inkubasi isolat bakteri pada substrat gula hasil hidrolisis kulit pisang berpengaruh terhadap produksi biosurfaktan?
3. Apakah variasi konsentrasi gula hidrolisis kulit pisang berpengaruh terhadap produksi biosurfaktan?
4. Apakah kombinasi variasi lama waktu inkubasi dan variasi konsentrasi gula hasil hidrolisis kulit pisang berpengaruh terhadap produksi biosurfaktan dan pada kombinasi manakah didapatkan produksi biosurfaktan yang optimal?

1.3 Asumsi Penelitian

Kulit pisang raja yang mengandung kadar lignin dan selulosa sebesar 32,24% dan 13,53% secara berturut-turut (Murphi, 1994) berpotensi menyediakan gula pereduksi yang dapat digunakan sebagai sumber karbon utama untuk pertumbuhan mikroba dalam menghasilkan biosurfaktan. Produk biosurfaktan yang disekresi oleh mikroorganisme pada media pertumbuhannya (Tabatabaee dkk., 2005) dipengaruhi oleh kemampuan mikroorganisme dalam menggunakan karbon dari substrat pertumbuhannya sehingga memberikan aktivitas emulsifikasi yang berbeda dan memiliki kemampuan dalam menurunkan tegangan permukaan kultur yang berbeda pula (Hanson dkk., 1993). Selain itu, waktu inkubasi juga

menjadi salah satu faktor yang memengaruhi produksi biosurfaktan sebab semakin tua usia kultur, maka semakin banyak nutrisi yang digunakan oleh mikroorganisme dalam proses metabolisme. Oleh karena itu, dapat diasumsikan bahwa konsentrasi gula hasil hidrolisis kulit pisang dan variasi waktu inkubasi berpengaruh terhadap produksi biosurfaktan yang ditandai dengan aktivitas emulsifikasi dan penurunan nilai tegangan permukaan supernatan kultur mikroorganisme.

1.4 Hipotesis Penelitian

1.4.1 Hipotesis kerja

Apabila pemberian variasi konsentrasi gula hasil hidrolisis, lama waktu inkubasi, dan kombinasi keduanya berpengaruh terhadap produksi biosurfaktan oleh bakteri BP(1)5 maka perlakuan dengan pemberian variasi konsentrasi gula hasil hidrolisis, lama waktu inkubasi, dan kombinasi keduanya akan memberikan hasil yang berbeda terhadap penurunan tegangan permukaan (mN/m) dan nilai aktivitas emulsifikasi (%).

1.4.2 Hipotesis statistik

H_{0A} : tidak ada pengaruh lama waktu inkubasi terhadap penurunan nilai tegangan permukaan supernatan kultur bakteri

H_{1A} : ada pengaruh lama waktu inkubasi terhadap penurunan nilai tegangan permukaan supernatan kultur bakteri

H_{0B} : tidak ada pengaruh lama waktu inkubasi terhadap nilai aktivitas emulsifikasi supernatan kultur bakteri

H_{1B} : ada pengaruh lama waktu inkubasi terhadap nilai aktivitas emulsifikasi supernatan kultur bakteri

H_{0C} : tidak ada pengaruh konsentrasi gula hasil hidrolisis kulit pisang kepok terhadap penurunan nilai tegangan permukaan supernatan kultur bakteri

H_{1C} : ada pengaruh konsentrasi gula hasil hidrolisis kulit pisang kepok terhadap penurunan nilai tegangan permukaan supernatan kultur bakteri

H_{0D} : tidak ada pengaruh konsentrasi gula hasil hidrolisis kulit pisang kepok terhadap aktivitas emulsifikasi supernatan kultur bakteri

H_{1D} : ada pengaruh konsentrasi gula hasil hidrolisis kulit pisang kepok terhadap aktivitas emulsifikasi supernatan kultur bakteri

H_{0E} : tidak ada pengaruh kombinasi variasi lama waktu inkubasi dan variasi konsentrasi gula hasil hidrolisis kulit pisang kepok terhadap penurunan nilai tegangan permukaan supernatan kultur bakteri

H_{1E} : ada pengaruh kombinasi variasi lama waktu inkubasi dan variasi konsentrasi gula hasil hidrolisis kulit pisang kepok terhadap penurunan nilai tegangan permukaan supernatan kultur bakteri

H_{0F} : tidak ada pengaruh kombinasi variasi lama waktu inkubasi dan variasi konsentrasi gula hasil hidrolisis kulit pisang kepok terhadap nilai aktivitas emulsifikasi supernatan kultur bakteri

H_{1F} : ada pengaruh kombinasi variasi lama waktu inkubasi dan variasi konsentrasi gula hasil hidrolisis kulit pisang kepok terhadap nilai aktivitas emulsifikasi supernatan kultur bakteri

1.5 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui respon pertumbuhan isolat bakteri BP(1)5 yang ditumbuhkan pada substrat gula hasil hidrolisis kulit pisang.
2. Mengetahui pengaruh variasi lama waktu inkubasi dengan penambahan gula hasil hidrolisis kulit pisang terhadap produksi biosurfaktan.
3. Mengetahui pengaruh variasi konsentrasi gula hasil hidrolisis kulit pisang terhadap produksi biosurfaktan.
4. Mengetahui pengaruh kombinasi konsentrasi gula hasil hidrolisis kulit pisang dan waktu inkubasi terhadap produksi biosurfaktan untuk mendapatkan kombinasi terbaik dalam memproduksi biosurfaktan.

1.6 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai kombinasi perlakuan terbaik yang dapat diimplementasikan untuk mengatasi permasalahan mengenai metodologi bioproses produksi biosurfaktan yang kurang

efisien maupun harga proses produksi yang mahal sehingga dapat diaplikasikan untuk produksi biosurfaktan dalam jumlah besar untuk kepentingan industri. Selain itu, manfaat lain yang diharapkan yakni dapat memberikan informasi mengenai potensi limbah kulit pisang kepok yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku hidrolisis gula oleh isolat kapang *Penicillium* sp. H9 sebagai pengganti molase.